

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 3444387 A1

⑯ Int. Cl. 4:

B01D 39/14

B 01 D 46/00

B 01 D 46/42

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

03.01.84 US 567,483

⑯ Anmelder:

HR Textron Inc., Valencia, Calif., US

⑯ Vertreter:

Hansmann, A., Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Vogeser, W.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑯ Erfinder:

Lukaszewicz, Raymond, Saugus, Calif., US; Flaherty,
James E., North Hollywood, Calif., US



⑯ Filterelement

Filterelement, bei dem alle Oberflächen, die dem Filtrat ausgesetzt sind, aus einem Fluorkohlenstoffpolymer bestehen. Das Filterelement weist ein Kernteil auf, über dem eine Filtermedia angeordnet ist, deren Endkanten an ein Paar Endkappen, in denen Metallteile eingebettet sind, gebunden sind. Eine Hülse zum Schutz der Filtermedia gegen potentielle Beschädigung kann vorgesehen sein. Die Filtermedia besteht aus einem Laminat, aus einer Membran und einem Sieb.

DE 3444387 A1

3444387

1 Anwaltsakte 19935/19936
R/Sch

Patentanwälte
European Patent Attorneys
Hansmann & Vogeser
Albert-Roßhaupter-Str. 65
D-8000 München 70
Tel. (089) 750 30 91

5 HR Textron Inc., 25200 West Rye Canyon Road, Valencia,
California 91355, USA

Filterelement

10

Patentansprüche

15 1. Filterelement, dessen dem Filtranten ausgesetzte
Oberflächen vollständig aus einem Fluorkohlenstoffpoly-
meren hergestellt sind, dadurch gekenn-
zeichnet, daß es aus
(A) einem als Träger dienenden perforierten Kernteil
20 aus einem Fluorkohlenstoffpolymeren;
(B) einer Filtermedia aus einem Fluorkohlenstoffpoly-
meren, die aus einer auf dem Kernteil aufliegenden
porösen Membran mit einer ersten und einer zweiten
Endkante besteht;
25 (C) einer ersten und einer zweiten Endkappe, die mit
dieser ersten bzw. zweiten Endkante verbunden sind;
und
(D) einem Metallteil bzw. Metallteilen, das bzw. die in
jeder der Endkappen neben den erwähnten Endkanten
30 in einem Fluorkohlenstoffpolymeren eingebettet und
vollständig von diesem umgeben ist bzw. sind
besteht.

2. Filterelement nach Anspruch 1, dadurch
35 gekennzeichnet, daß die Filtermedia aus

1

Schichten aus einem Fluorkohlenstoffpolymer besteht und daß ihre Endkanten miteinander verschweißt wurden, bevor die Endkappen an die Media gebunden wurden.

5

3. Filterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallteil eine perforierte Metallscheibe ist.

10

4. Filterelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe mit einem Fluorkohlenstoffpolymer überzogen wurde, bevor sie in die Endkappen eingesetzt wurde.

15

5. Filterelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die perforierte Metallscheibe die Form einer Unterlagscheibe hat.

20

6. Filterelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede Unterlagscheibe mit einem Fluorkohlenstoffpolymer überzogen wurde, bevor sie in die Endkappe eingesetzt wurde.

25

7. Filterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Metalleinlage aus in jeder Endkappe dispergierten Metallgranalien besteht.

30

8. Filterelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Granalien mit einem Fluorkohlenstoffpolymer überzogen wurde, bevor es in die Endkappe eingebracht wurde.

35

9. Filterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es noch eine perforierte Schutzhülse aus Fluorkohlenstoffpolymer über der Filtermedia aufweist.

1

10. Filterelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der als Träger dienende Kern und die Schutzhülse an jede der Endkappen gebunden sind.

11. Filterelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermedia ein auf die Fluorkohlenstoffpolymermembran aufgeschichtetes 10 Sieb aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat aufweist.

12. Filterelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Sieb sich durch die Poren in der Membran längs der verschweißten End- 15 kanten erstreckt.

13. Filterelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermedia gefaltet ist.

20

14. Filterelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Media aus einem Laminat aus einer Fluorkohlenstoffpolymermembran und einem Fluorkohlenstoffpolymersieb, das längs seiner Endkante und längs der angrenzenden Seitenkanten so verschweißt ist, daß ein Teil des Siebmaterials sich durch die Poren in der Membran längs der verschweißten Kanten erstreckt, besteht.

15. Filterelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Siebmaterial einen niedrigeren Schmelzpunkt hat als das Membranmaterial.

16. Filterelement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des Siebmaterials sich durch die Poren der Membran längs deren Endkanten erstreckt.

1

17. Filterelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Endkappen und das Sieb aus dem gleichen Fluorkohlenstoffmaterial bestehen.

5

18. Filterelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß es eine zylindrische Form hat und eine verschweißte Seitenkante aufweist, sowie dadurch, daß das Siebmaterial sich durch die Poren des Membranmaterials erstreckt.

10

19. Filterelement nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß es noch eine Schicht aus Fluorkohlenstoffpolymer aufweist, die mit der Seitenkante endet und die sich wenigstens zu einem Teil durch die Poren der Membran erstreckt, und daß diese weitere Schicht aus dem gleichen Material wie das Sieb besteht.

15

20. Verfahren zur Herstellung eines Filterelements aus Fluorkohlenstoffpolymer mit einer Filtermedia, die mit ihren einander gegenüberliegenden Endkanten an ein Paar Endkappen gebunden ist und die ein Laminat aus einem Sieb und einer porösen Membran aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß man

25

(A) auf die Endkanten des Laminats aus Filtermedia und Sieb so lange Wärme und Druck anwendet, bis das Sieb schmilzt und geschmolzenes Siebmaterial durch die Poren der Membran fließt;

(B) in wenigstens eine der Endkappen ein von einem

30

Fluorkohlenstoffpolymerisat umgebenes Metallteil oder von einem solchen Polymerisat umgebene Metallteile einbringt;

(C) auf die Endkappen und das Metallteil bzw. die Metallteile Wärme von ausreichender Temperatur, um vorzugsweise das das Metallteil bzw. die Metall-

35

1

teile umgebende Polymerisat zu schmelzen, anwendet;

(D) die Endkanten der Filtermedia in das geschmolzene Fluorkohlenstoffpolymerisat einsetzt; und

5 (E) die Endkappen kühlt, um das geschmolzene Material zu verfestigen und die aus dem Laminat bestehende Filtermedia an die Endkappe zu binden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, d a d u r c h g e -
10 k e n n z e i c h n e t , daß man die Filtermedia fal-
tet und die gefaltete Media zu einem Zylinder verformt
und auf die einander berührenden Seitenkanten dieses
Zylinders Wärme von ausreichender Temperatur und Druck
15 für eine Zeit anwendet, die ausreicht, um das Sieb zu
schmelzen und das geschmolzene Material durch Poren in
der Membran fließen zu lassen, bevor die Media an die
Endkappen gebunden wird.

20 ...

25

30

35

1

HR Textron Inc., 25200 West Rye Canyon Road, Valencia,
California 91355, USA

5

Filterelement

Bei vielen Herstellungsverfahren hat es sich als wünschenswert erwiesen, Filterelemente in Anwesenheit stark reaktiver Chemikalien, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Chromsäure, Salzsäure, Fluorwasserstoffsäure, Natriumhypochlorit und dergleichen, manchmal bei verhältnismäßig hohen Temperaturen, zu verwenden. Solche stark reaktiven Chemikalien greifen die meisten der bekannten Filterelemente, insbesondere solche, bei deren Herstellung Lösungsmittel oder Klebstoffe verwendet werden, an. Solche Filterelemente können daher entweder überhaupt nicht verwendet werden oder haben eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer und müssen ziemlich häufig ausgewechselt werden, wodurch sich die Kosten des Herstellungsverfahrens erhöhen.

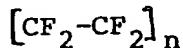
Fluorkohlenstoffpolymerivate besitzen einzigartige Kombinationen physikalischer und chemischer Eigenschaften und sind daher insbesondere geeignet für eine Verwendung in feindlichen Umgebungen wie solchen, die beim Filtrieren reaktiver Chemikalien, insbesondere bei hohen Temperaturen, gegeben sind.

Es ist schon vielfach versucht worden, Filterelemente unter Verwendung von Fluorkohlenstoffpolymerisaten herzustellen, die derart reaktiven Chemikalien zu widerstehen vermögen. Der diesbezügliche Stand der Technik ergibt sich aus den US-PSen 3,457,339, 2,732,031, 2,771,156, 2,934,791, 2,941,620, 3,013,607 und 4,184,966. Nach

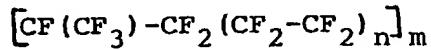
1

Wissen der Anmelderin konnte bisher aber kein Filterelement hergestellt werden, von dem alle Oberflächen, die dem Filtranten ausgesetzt sind, aus einem Fluorkohlenstoff-
5 polymerisat bestehen.

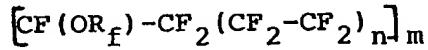
Unter einem "Fluorkohlenstoffpolymerisat" ist dabei ein Polymerisat zu verstehen, in dem ein Kohlenstoffatom an Fluoratome gebunden ist. Beispiele für solche Fluorkohlen-
10 stoffpolymerisate sind solche mit wiederkehrenden Tetra- fluorethyleneinheiten der Formel:



15 gewöhnlich als "TFE" bezeichnet, ein Copolymerisat von Tetrafluorethylen und Hexafluorpropylen der Formel:



20 gewöhnlich als "FEP" bezeichnet; und ein Copolymerisat von Tetrafluorethylen und perfluoriertem Vinyläther der Formel:



25

gewöhnlich als "PFA" bezeichnet.

Gegenstand der Erfindung ist ein Filterelement, das aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat hergestellt ist und ein 30 perforiertes Kernteil aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat und eine darüber angeordnete Filtermedia aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat mit einer Membran aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat aufweist. Die Endkanten der Filtermedia sind an ein Paar Endkappen gebunden, von denen jede ein Metallteil oder Metallteile nahe den Endkan-

1

ten der Filtermedia eingebettet enthält, das bzw. die vollständig von Fluorkohlenstoffpolymerisat umgeben ist bzw. sind.

5

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung eines Filterelements aus Fluorkohlenstoffpolymerisat, das darin besteht, daß man die Endkanten einer Filtermedia miteinander verschweißt und danach die End-

10 kanten an Endkappen bindet, indem man vorzugsweise das Fluorkohlenstoffpolymerisat, das sich an einem Metallteil bzw. an Metallteilen, das bzw. die in dem Element einge-
bietet ist bzw. sind, befindet, schmilzt.

15 In den Zeichnungen ist bzw. sind:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht, teilweise wegge-
brochen, eines Filterelements gemäß der Erfin-
dung;

20 Figur 2 eine schematische Darstellung einer der Stufen
des Verfahrens zur Herstellung des Filterelements;

Figur 3 eine schematische Ansicht eines Teils der Filter-
media nach Durchführung der durch Figur 2 veran-
schaulichten Verfahrensstufe;

25 Figur 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Ver-
fahrensstufe bei der Herstellung eines Filterele-
ments gemäß der Erfindung;

Figuren 5 und 6 Darstellungen eines Teils der Anordnung
von Figur 4;

30 Figur 7 eine Darstellung einer Alternative zu der in den
Figuren 5 und 6 gezeigten Anordnung;

Figur 8 eine alternative Ausführungsform, die ein Endteil
der Filtermedia, das alternativ in einem Filter-
element gemäß der Erfindung verwendet werden kann,
zeigt; und

1

Figuren 9 und 10 eine Veranschaulichung der Nahtbildung mit den Seitenkanten einer Filtermedia gemäß der Erfindung.

5

Ein Filterelement, das so konstruiert ist, daß alle dem Filtranten ausgesetzten Oberflächen aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat bestehen, hat auch in stark aggressiver und feindlicher Umgebung, wie sie normalerweise die Verwendbarkeitsdauer von Filterelementen begrenzen, eine fast unbegrenzte Lebensdauer. Ein solches Filterelement, das nach den Richtlinien der Erfindung hergestellt ist, ist in Figur 1 veranschaulicht. Es weist als Träger einen perforierten Kern 10 aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat mit einer bei 12 gezeigten Filtermedia auf. Die Filtermedia 12 besteht aus einer Filtermembran 14, die zusammen mit einem Trägersieb 16 ein Laminat bildet. Alternativ kann ein weiteres Trägersieb 15 auf der anderen Seite der Membran 14 angeordnet sein, um die Handhabung der Membran während der Verarbeitungsstufen zur Bildung der gefalteten Media zu erleichtern. Die Membran 14 besteht typischerweise aus einem expandierten amorphen (amorphous-locked) Fluorkohlenstoffpolymerisat, beispielsweise einem Polytetrafluorethylen, und kann beispielsweise ein solches Polymerisat, wie es in der US-PS 3,953,566 beschrieben ist, sein. Jedenfalls hat das Fluorkohlenstoffpolymerisat der Membran 14 eine einheitliche Porosität, trennt auch sehr kleine Teilchen von dem Filtranten ab und der Porengrößenbereich ist beispielsweise 0,1 bis 10 μm . Dagegen dienen das Sieb 16 sowie das Sieb 15, falls verwendet, nur als mechanischer Träger für die Membran 14 und haben verhältnismäßig große Poren, die die Strömung des Filtranten nicht behindern.

35 Die Filtermedia 12 ist zwischen einem Paar Endkappen 18

1

und 20 befestigt, von denen eine oder beide eine Öffnung, wie sie bei 22 gezeigt ist, haben können, durch die der Filtrant typischerweise von außen einströmen kann, wie 5 auf dem Gebiet bekannt. Die Filtermedia 12 muß fest mit den Endkappen 18 und 20 verbunden werden, derart, daß eine flüssigkeitsdichte Verbindung hoher Festigkeit erhalten wird und kein Leck für das zu filtrierende Material vorhanden ist. Wie in Figur 1 gezeigt, wird die Filter- 10 media 12 vorzugsweise gefaltet, bevor sie mit den Endkappen 18 und 20 verbunden wird, obwohl dies nicht erforderlich ist.

Eine perforierte Schutzhülse 24 aus einem Fluorkohlen- 15 stoffpolymerisat ist über der Filtermedia 12 angeordnet, um diese gegen Beschädigungen durch Handhabung und im Falle des Auftretens von Gegendruck oder gegebenenfalls Anschwellen des Strömungsdrucks oder dergleichen zu schützen. Diese Außenhülse kann gewünschtenfalls fortgelassen 20 werden.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Filterelement bestehen alle Oberflächen, die mit dem zu filternden Material in Kontakt kommen können, aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat. Da- 25 her ist dieses Filterelement beständig gegen den Angriff hoch-reaktiver Chemikalien, wie sie oben angeführt sind.

Eine der Hauptschwierigkeiten, die dem Versuch, ein Filterelement vollständig aus Fluorkohlenstoffpolymerisat 30 herzustellen, entgegenstanden, war die Ausbildung der Längsnaht an der Filtermedia 12 und die Bindung der Filtermedia 12 aus dem Fluorkohlenstoffpolymerisat an die ebenfalls aus dem Fluorkohlenstoffpolymerisat bestehenden Endkappen 18 und 20. Es wurde gefunden, daß durch die Ver- 35 wendung des laminierten Materials, wie es oben beschrie-

1

ben ist, und durch die Wahl eines Siebmaterials 16 von etwas niedrigerem Schmelzpunkt als demjenigen des Materials der Membran 14 sowie dadurch, daß die Endkanten der 5 Media 12 ausreichend Wärme und Druck unterworfen werden, um selektiv die Endkante des Siebanteils 16 zu schmelzen, so daß es durch die Poren der Membran 14 fließt, wie schematisch durch Figur 2 veranschaulicht, diese Schwierigkeit überwunden werden kann.

10

Vorzugsweise besteht die Membran 14 aus einem Polytetrafluorethylen (PTFE) und ist auf ein Sieb 16 aus Tetrafluorethylen- und Hexafluorpropylenpolymerisat (FEP) auflaminiert. Wenn die Endkante 26 der Media 12 zwischen 15 den Oberflächen eines Ambosses 28 unter Anwendung von Druck, wie durch den Pfeil 32 angezeigt, erwärmt wird, wie durch die Pfeile 30 angezeigt, wird das FEP geschmolzen und fließt durch die Poren der PTFE-Membran, wie in Figur 3 bei 34 gezeigt. Wenn die Temperatur zwischen 20 285 und 293°C gehalten und ein Druck von etwa 14,1 bar für etwa 5 Sekunden angewandt wird, schmilzt das FEP und fließt durch die Poren des PTFE-Materials.

25

Wie oben erwähnt, wird die Filtermedia vorzugsweise gefaltet, und an einer Kante wird eine Naht gebildet, wie durch die Figuren 9 und 10 veranschaulicht. Die Naht befindet sich an der Kante 36 der gefalteten Media und bildet über die ganze Länge der Filtermedia eine Dichtung. Durch Anwendung der insbesondere 30 durch die Figuren 2 und 3 veranschaulichten Technik wird eine Naht gebildet, die über die ganze Länge des Filters eine vollständige Dichtung ergibt. Alternativ kann, wie in Figur 10 gezeigt, zwischen die Seitenkanten 38 und 40 eine weitere Schicht 42 aus einem FEP-Material eingelegt 35 werden. Dieses Sandwich wird dann Wärme und Druck bei den

1

oben angegebenen Temperaturen und für die angegebene Zeit unterworfen, so daß eine fluiddichte Naht gebildet wird, nachdem die gefaltete Media in eine zylindrische 5 Form gebracht ist, wie in Figur 9 gezeigt.

Nach diesem Verschweißen der Endkanten und der Bildung der Naht werden die Endkanten mit jeder der Endkappen 18 und 20 verbunden.

10

In Figur 4 ist eine Endkappe 18 im Querschnitt gezeigt. Die Filtermedia 12 befindet sich darin in der Stellung, die für die Bindung zur Herstellung eines Filterelements gemäß der Erfindung erforderlich ist. Sie besteht vorzugsweise aus einem FEP-Polymerisat. Die Endkappe hat Taschenform, wie in Figur 4 gezeigt, und kann gewünschtenfalls in der Mitte ein Loch aufweisen, wie bei 22 in Figur 1 gezeigt.

20 In der Tasse befindet sich ein Metallteil 44, das vollständig von einem Fluorkohlenstoffpolymerisat 46, vorzugsweise FEP, umgeben ist. Das Metallteil 44 hat die Form einer Scheibe und ist vorzugsweise perforiert, d.h. weist eine Anzahl Löcher 48 auf, durch die das FEP frei 25 fließen kann. Das Metallteil muß aber nicht perforiert sein, und in manchen Fällen kann es vorzugsweise ein nicht-perforiertes Teil sein.

Durch Anwendung von Energie, vorzugsweise mittels einer 30 Induktionsheizvorrichtung, wie durch die Pfeile 50 angezeigt, auf die Endkappe 18, absorbiert bevorzugt die Metallscheibe 44 Wärme und bringt dadurch das angrenzende FEP 46 zum Schmelzen. Wenn das FEP 46 schmilzt, werden die Endkanten der Filtermedia 12, die miteinander verschweißt sind und die in Figur 3 gezeigte Konfiguration haben,

1

in das geschmolzene FEP in der Endkappe gepreßt. Wenn die Endkanten in das geschmolzene FEP eingetaucht sind, schmilzt auch das FEP an den Endkanten, wie bei 34 in Figur 3 gezeigt, erneut und wird innig mit dem geschmolzenen FEP 46 am Boden der Endkappe 18 vermischt. Danach wird die Wärmequelle entfernt und die Kombination abkühlen gelassen. Gewünschtenfalls kann natürlich die Abkühlung durch geeignete Mittel beschleunigt werden, obwohl das im allgemeinen nicht notwendig ist. Das geschmolzene FEP dringt in die Poren der PTFE-Membran ein und umgibt vollständig die Kanten der Membran und kapselt sie ein. Durch eine solche Einkapselung wird eine feste Bindung geschaffen, die den Angriffen aggressiver Filtrantien zu widerstehen vermag und Leckbildung verhindert.

Die in Figur 4 gezeigte Anordnung kann dadurch geschaffen werden, daß man Teilchen aus FEP, beispielsweise in der Form eines Pulvers oder als Granulien oder Folien, in den Bodenteil der Endkappe 18 einbringt. Erforderlich ist nur, daß ein inniger Kontakt zwischen diesem Material und dem Metallteil oder den Metallteilen 44 geschaffen wird, um das Schmelzen von bevorzugt demjenigen Material, das an das Metall 44 angrenzt, zu bewirken. Alternativ kann, wie in den Figuren 5 und 6 gezeigt, das Metallteil die Form einer durchlöcherten Scheibe, wie sie in Figur 5 bei 52 gezeigt ist, haben, und, bevor sie in den Boden der Endkappe 18 eingesetzt wird, mit einem Überzug 54 aus FEP versehen sein.

30

Eine weitere alternative Ausführungsform besteht, wie in Figur 7 gezeigt, in der Verwendung von Metallteilchen 56, von denen jedes mit einem Überzug aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat, wie FEP, versehen ist. Die mit dem Überzug versehenen Metallteilchen können auf den Boden der

1

Endkappe 18 aufgebracht werden, und durch Anwendung von Wärme wird wiederum bevorzugt das FEP geschmolzen, so daß die Endkanten der Filtermedia 12 an die Endkappe gebunden werden.

5

Gewünschtenfalls kann, um die Bindung der Endkanten der Filtermedia an die Endkappe zu verbessern, eine weitere Menge an FEP an den Endkanten der Filtermedia in der Form 10 eines Fortsatzes 58 des Siebs 16 vorgesehen sein, wie in Figur 8 gezeigt. Durch Anwendung von Wärme und Druck, wie im Zusammenhang mit Figur 2 beschrieben, wird das FEP-Sieb geschmolzen und wird, wie bei 58 gezeigt, imperforiert. Beim Einsetzen in das geschmolzene FEP in der 15 Endkappe nach der Anwendung von Wärme, wie in Figur 4 veranschaulicht, wird durch das FEP des Fortsatzes die Bindung der Endkanten der Filtermedia an die Endkappen verstärkt, wie oben beschrieben.

20 Gleichzeitig mit der Bindung der Filtermedia 12 an die Endkappen können auch das Trägerrohr 10 und die Schutzhülse 24 in gleicher Weise an die Endkappen gebunden werden. Eine solche Bindung muß jedoch nicht notwendig erfolgen, weil das Trägerrohr und die Schutzhülse nur 25 der mechanischen Verfestigung und dem Schutz der Filtermedia 12 dienen. Erforderlich ist nur, daß die Filtermedia 12 fest und dauerhaft an die Endkappen gebunden wird, damit kein Leck auftreten und der Filtrant nicht verunreinigt werden kann.

30

35

15
- Leerseite -

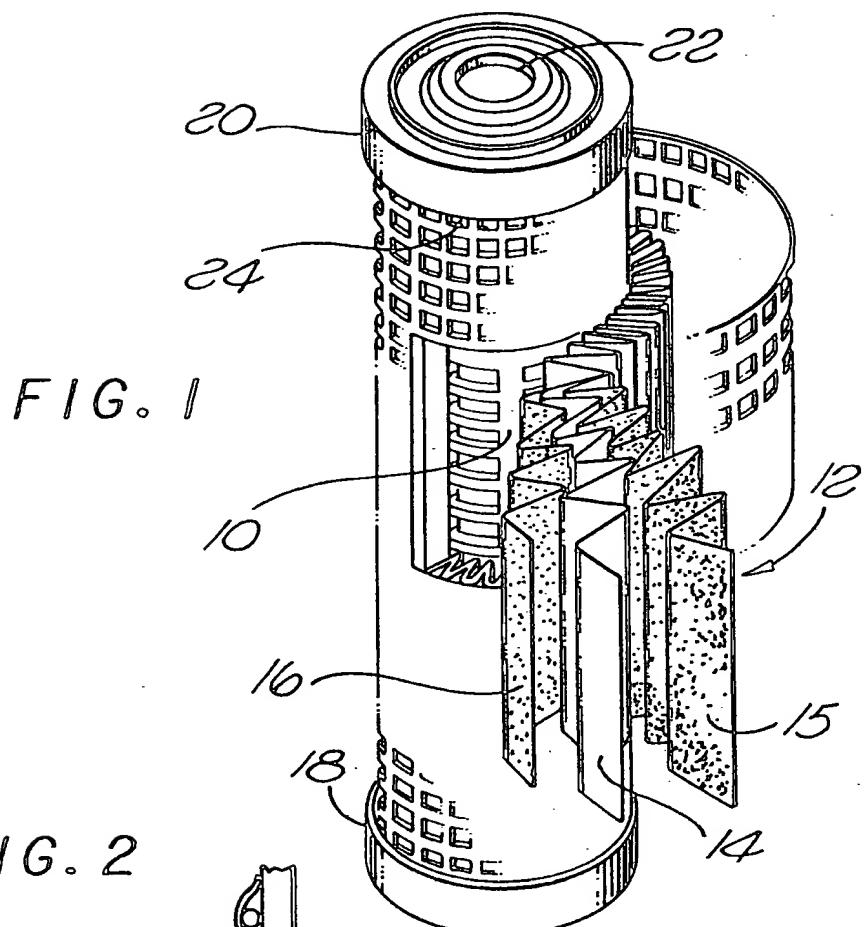


FIG. 2

